

발수발유가공처리가 부직포의 차단성능에 미치는 영향

조 길 수 · 최 종 명*

연세대학교 생활과학대학 의생활학과, *서원대학교 가정교육과

Effect of Water-and Oil-Repellent Finish on Barrier Properties of Nonwoven Fabrics

Gilsoo Cho, Jongmyoung Choi*

Dept. of Clothing and Textiles, Yonsei University

*Dept. of Home Economics Education, Seowon University

(1993. 7. 7 접수)

Abstract

Pesticide protective clothing has not been frequently worn due to its lack of thermal comfort. It is important to develop fabrics which can allow the wearer to work in comfort. One of the possible way to achieve the goal is to produce fabrics with a water- and oil-repellent finish which would resist pesticide penetration but maintain some breathability. The purpose of this study were to evaluate the pesticide barrier properties of untreated and water- and oil-repellent finished nonwoven fabrics.

Three types of nonwoven fabrics(Tyvek, Sontara and Kimlon) were used as test specimens. By pad-dry-cure method, each of the specimen was treated with fluorocarbon. The pesticide barrier properties (amount of pesticide penetration and residue) were measured by the gas chromatography. The performance properties of untreated and treated specimens were evaluated with respects to water pepellency(KS K 0590), oil repellency(AATCC 118), water resistance(KS K 0591, AATCC 42), water vapor transmission(KS A 1013) and air permeability(KS K 0570).

The results of this study were as follows : 1) The untreated Sontara showed much more amount of pesticide penetration than untreated Tyvek and Kimlon, while the treated Sontara showed little amount of pesticide penetration. 2) After laundering, the amount of pesticide residue in the untreated and treated Sontara was less than that in Tyvek and in Kimlon. 3) Water- and oil-repellent finish improved water repellency, oil repellency, and water resistance of specimens. 4) The untreated Sontara and Kimlon showed higher water vapor transmission and air permeability than untreated Tyvek. Water vapor transmission and air permeability of treated specimen decreased compared to those of untreated.

* 이 논문은 1992년도 연세대학교 학술연구비 지원에 의해 이루어진 것임

I. 서 론

의복은 환경으로부터 인체를 안전하게 보호해 주고 쾌적한 의복기후를 형성해 줄 수 있어야 한다. 이러한 의복의 물리적 기능은 일상복의 경우보다 특수환경에서 착용하는 방호복(Protective Clothing)이나 스포츠웨어에서 더욱 중요하다. 온열 환경에서 착용하는 살충제 방호복의 경우 살충제로부터 인체를 보호해 주는 동시에 작업시 인체에서 발생하는 열과 땀을 의복밖으로 빨리 배출시킬 수 있어야 한다.

농약이 인체에 들어오는 경로는 피부와 호흡기를 통한 직접흡수와 오염된 음식물의 섭취를 통한 간접흡수를 들 수 있다.²⁾ 그 중 피부를 통한 침투가 인체에 들어오는 주된 경로로 전체의 87% 정도를 차지한다³⁾ 농약의 피부로의 침투는 피부상태, 피부의 노출면적, 농약의 종류와 성분 그리고 작업형태가 영향을 미친다.²⁾ 따라서 농약 취급시나 농약이 이미 살포된 비닐하우스나 밭에서의 작업시 피부노출을 줄이기 위한 방호복의 사용이 필수적이다.

살충제 사용자는 방호복의 필요성을 알면서도 살충제 침투를 막아주는 불통기성 방호복이 착용시 불편하므로 방호복의 사용을 기피한다고 한다.¹⁾ 따라서 현재 시판되는 방호복은 살충제에 많이 노출되는 과수재배자 이외의 농민들에게는 거의 이용되고 있지 않은데, 그 이유는 방호에 대한 욕구보다 쾌적함에 대한 욕구가 높기 때문이며, 방호와 쾌적감을 동시에 갖는 보호의복이어야 농부들에게 채택되어 사용될 가능성이 높다고 지적하였다.⁴⁾ 그러나 이 두 조건은 서로 상충되므로 중요한 문제는 이러한 성질을 어떻게 조화시키는가이다. 따라서 농약의 차단성능과 착용의 쾌적성을 동시에 갖춘 방호복의 개발이 필요하며, 이러한 성능은 일차적으로 직물의 특성에 좌우되므로 이를 위한 소재의 개발이 우선되어야 한다. 그러나 중요한 문제는 이러한 상반되는 성질 즉 농약에 대한 불침투성과 열과 땀에 대한 투과성을 어떻게 동시에 구비할 수 있게 하는 가이다. 한가지 아이디어는 부직포 표면에 통기성 발수발유코팅막을 형성시키는 것이다.⁵⁾ 이 코팅막은 살충제 살포시 방호벽으로서의 작용이 부여되고 동시에 통기성이 있으므로 쾌적한 착용감을 느낄 수 있을 것으로 기대된다.

부직포는 미래의 직물, 차 세대의 직물로 불리워지는 다용도 직물로 오늘날 제조공법의 다양화로 일회용 섬

유제품 뿐만 아니라 세탁후 재사용할 수 있는 내구성 섬유제품, 의료용 및 산업용 섬유소재로 까지 그 용도가 다양해졌다.⁶⁾ 부직포에 사용되는 섬유 원료로는 레이온, 나일론, 폴리에스테르, 폴리프로필렌 등이며, 부직포 제조공법은 접착법, 니들 펀치(needle-punch)법, 스펠본드(spun-bonded)법, 스펠레이스(spun-laced)법, 멜트블로우(melt-blown)법 등이 있다.^{7, 8)} 그 중에서도 스펠본드 부직포는 폴리머로부터 사출된 필라멘트가 직접 시트 형태로 제조되므로 타 부직포공법에 비해 내구성, 유연성, 피복성이 우수하다⁷⁾ 또한 스펠레이스 부직포도 섬유상으로 된 웹이 고압의 수류제트를 이용한 기계적 결합에 의하여 서로 얽혀 형성되므로 직물과 같은 외관을 나타내고 가볍고 촉감이 아주 부드러우며 드레이프성이 우수하다⁹⁾ 멜트블로우법은 가장 새로운 부직포 제조기술로 스펠본드법과 밀접한 관계를 갖고 있으며 유리섬유 제조기술을 이용하고 있고, 이 방법으로 제조된 부직포는 직경이 1-8 μ 인 극세사로 형성될 수 있으므로 표면의 촉감이 우수하고 필터효과가 좋다. 한편 스펠본드법과 멜트블로우법을 결합시킴으로써 복합부직포를 생산하기도 하는데, 스펠본드법으로 제조한 폴리프로필렌 부직포사이에 멜트블로우법에 의하여 만든 극세 데니어의 폴리프로필렌 섬유를 넣어 삼중구조로 만든 부직포는 수술용 장비와 의료용 기구의 랩으로 사용될 수 있다.¹⁰⁾ 이처럼 부직포는 구성섬유와 섬유의 배열상태, 그리고 결합방법에 따라서 그 성질이 달라지며, 현재 부직포의 발달정도는 직물에 대응할 만한 내구성과 드레이프성을 지니며, 그 용도도 다양해지고 있음을 알 수 있다.

발수발유가공은 화학적 처리에 의해 발수발유제를 섬유에 결합·부착시켜 섬유의 표면장력을 낮게 함으로써 물이나 기름이 묻지 못하도록 하는 것이다.¹¹⁾ 현재 발수발유제는 불소계 화합물이 독점적으로 이용되고, 있으며, 불소계 가공제의 효과는 가공제의 구조, 가공제의 배향도, 섬유에 불소계 가공제의 분포형태와 양, 그리고 직물의 구조등에 따라 달라진다.¹²⁾ 이러한 불소계를 이용한 발수발유가공은 표면에너지가 적은 표면일수록 발수발유성이 크다는 것이 알려진 이후, 1956년 미국의 3M사가 perfluoroalkyl기를 갖는 섬유처리제 "Scotchgard"를 개발하여 섬유제품의 발수발유가공에 처음으로 이용함으로써 불소계 발수발유제의 공업화가 시작되었다.¹³⁾ 이러한 불소계 가공제의 발수발유메카니

좁은 긴 측쇄인(-CF₂)_nCF₃기가 처리면과 수직으로 배열하여 입체적인 구조를 취하여 단 분자층으로서 섬유 표면에 접착되어 직물 표면에 보다 낮은 표면장력을 부여하기 때문이다.^{12, 14, 15)}

따라서 본 연구는 가볍고 부드러우며 가격이 저렴할 뿐만 아니라 직물에 가장 유사한 부직포인 스펀본드와 스펀레이스 부직포를 이용하여 발수발유가공처리를 하여 이들의 살충제에 대한 차단성능 및 기능성 측면을 평가함으로써 차 세대 농약 방호복 소재를 개발하고자 한 것이다.

II. 실험

1. 시료 및 가공제

1) 시료

시료로는 부직포 소재인 Tyvek(Du Pont), Sontara(Du Pont) 그리고 Kimlon(Yuhan Kimberly)을 사용하였으며, 각 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2) 가공제

발수발유가공제로는 불소계 화합물인 FC-232(3M, U.S.A)를 사용하였다.

2. 발수발유가공방법

가공방법은 pre-test에 따라 Table 2에 제시한 처리농도와 조건에서 pad-dry-cure법으로 처리하였다. 1 dip-1 nip 패더(paddder)로 두번 패딩(padding)하였으며, Tyvek의 구성섬유는 polyethylene이므로 다른 시료보다 낮은 온도인 70, 100°C에서 각각 drying과 curing을 하였고, Kimlon의 경우 구성섬유인 polypropylene이 낮은 융점을 갖기 때문에 curing의 온도를 140°C로 하였으며 curing을 두번 실시하였다.

3. 살충제 차단성 평가

1) 살충제

살충제는 시판용 유기인계 화합물인 fenitrothion(C₉H₁₂NO₃PS, 상품명 : 스미치온) 50% 유화액을 사용하였으며,

Table 1. Charactersics of nonwoven fabrics

Nonwoven fabrics	Tyvek	Sontara	Kimlon
Fiber content (%)	polyethylene 100	woodpulp/polyester 55/45	polypropylene 100
Manufacturing method	spun-bonded	spun-laced	SMS*
Weight(g/m ²)**	47.4	69.7	61.7
Thickness(mm)***	0.17	0.30	0.36
Warmth retention(%)****	38.7	52.3	59.2

* spun-bonded/melt-blown/spun-bonded.

*** KS K 0506.

** KS K 0514.

**** Thermo Labo II.

Table 2. Treatment conditions of water- and oil-repellent finish

Nonwoven fabrics	Conc. of water and oil repellent(%)*	Drying (°C, min)	Curing (°C, min)
Tyvek(PE)**	3.0	70.3	100.3
Sontara(W/P)***	3.0	100.3	160.3
Kimlon(PP)****	3.0	100.3	140.3

* o.w.b

*** woodpulp/polyester.

** polyethylene.

**** polypropylene.

정량분석을 위해서는 99% 이상의 표준품을 사용하였다.

2) 살충제 살포방법

시료를 틀에 고정시키고 분무기를 사용하여 일정거리 (30cm)를 두고 2ml의 살충제 용액(0.05% AI)을 뿌린 후 18-22℃에서 5시간 건조하였다. 이때 시료뒤에 여과지를 부착하여 시료를 통과한 살충제의 양을 측정하였다.

3) 살충제 침투량 및 잔류량 측정

시료와 여과지를 각각 hexane 200ml에 넣어 2시간 동안 shaker에서 100R.P.M의 속도로 진탕하여 살충제를 추출하여 rotary evaporator로 농축시키 다음 hexane 10ml를 가하였다. 추출된 살충제 용액은 Gas Chromatography (HEWLETT PACKARD 5890)를 사용하여 다음과 같은 조건으로 분석하였으며 표준용액으로부터 미리 작성된 검량선으로부터 농도(ppm)를 계산하여 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 표시하였다. G.C.의 분석조건은 다음과 같다. Detector는 NPD (nitrogen phosphorous detector)를 사용하였고, column 25m×0.2mm의 HP-1(crosslinked methyl silicon gum)이 있으며, Carrier gas(N_2)의 유속은 30ml/min이었고, oven, injector, detector의 온도는 각각 210, 240, 250℃이었다. 이때 침투량은 여과지로, 잔류량은 1회 세탁한 시료로부터 구하였다.

4) 전자현미경관찰

살충제를 살포한 시료를 0.5cm×0.5cm로 자르고 금으로 피복한 다음 주사형 전자 현미경(HITACHI S-570, Japan)을 사용하여 500, 1000, 1500배율로 시료의 표면을 관찰하였다.

4. 세탁방법

세탁은 KS 0465에 준하여 가정용 전기세탁기(SEW-67 FX:삼성)를 사용하여 시판 약알칼리성 합성세제(크린업:애경)를 물 1ℓ당 1.5g을 넣고 세탁을 하였다. 이때

상온에서 표준세탁코스로서 세탁하였으며, 건조는 line-dry하였다.

5. 기능성 평가

1) 발수도, 발유도

발수도는 KS K 0590에 준하여 spray method로 측정하였으며, 발유도는 AATCC Test Method 118-1983에 의하여 측정하였다.

2) 내수도

KS K 0591에 정한 저수압법과 AATCC Test Method 42-1985에 의한 impact penetration 시험법(수분침투량)에 준하여 평가하였다.

3) 투습도

ASTM E 96-66에 의하여 제작된 compact humid chamber를 사용하여 KS A 1013에 의하여 측정하였다.

4) 공기투과도

KS K 0570에 정한 프라지어법에 의하여 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 발수발유가공된 부직포의 살충제 차단성

1) 살충제 침투량 변화

Table 3은 부직포를 통과한 살충제의 양을 측정하여 소재별로 나타낸 것이다.

여기서 보면 미처리 Tyvek은 살충제가 거의 침투하지 않은 반면, 미처리 Kimlon과 Sontara는 살충제가 침투하였으나, Sontara의 침투량이 더 크게 나타났다. 이렇게 미처리 시료에서 부직포의 종류에 따라 살충제 침투량의 차이가 나타난 것은 부직포를 구성하는 섬유가 다르고

Table 3. Amount of pesticide contamination on inner layer

Nonwoven fabrics	Tyvek(PE)		Sontara(W/P)		Kimlon(PP)	
	U*	R**	U	R	U	R
Amount of pesticide ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	N.D***	N.D	0.567	Trace	0.145	0.054

* untreated.

*** non detection.

** water - and oil - repellent finish.



a. Untreated



b. Treated

Fig. 1. The photomicrograph of Tyvek treated with pesticide(1500K).



a. Untreated



b. Treated

Fig. 2. The photomicrograph of Sontara treated with pesticide(1000K).

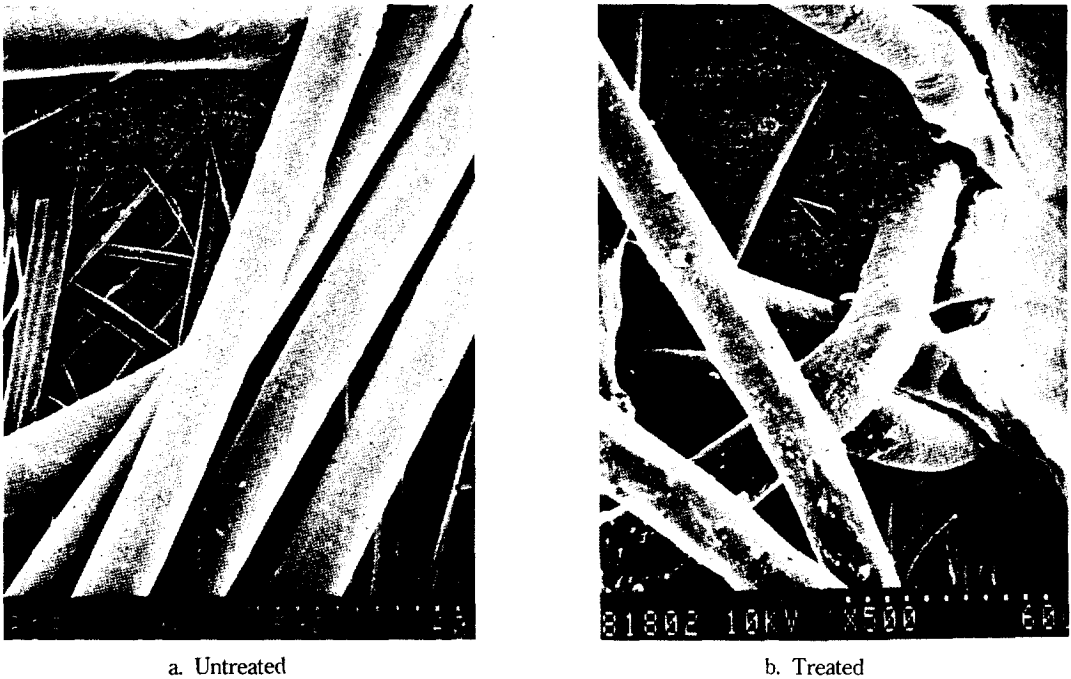


Fig. 3. The photomicrograph of Kimlon treated with pesticide(500K).

vek과 Kimlon은 치밀한 부직포 구조로 인해 살충제 침투가 적은 반면, Sontara는 폴리에스테르 스테이플 섬유와 목재펄프를 고압의 수류제트 힘에 의해 서로 얽혀 형성되는 스펀레이스 공법에 의한 것이므로 다른 제조 공법보다 직물구조상 기공이 크고, 부직포의 표면에 목재펄프가 배열되어 친수성을 띠어 살충제액의 통과가 용이하기 때문이라고 생각된다. 이러한 살충제 침투의 차이는 Fig. 1(a), 2(a), 3(a)에 제시한 살충제가 살포된 미처리 시료의 표면사진에서도 잘 나타나 있다. 즉 Tyvek은 살충제가 직물을 통과하지 못하므로 표면에 살충제가 많이 부착되어 있지만 Sontara는 살충제가 통과되어 표면에 이 보다 적게 부착된 것을 볼 수 있다.

한편 가공의 효과를 살펴 보면 발수발유가공에 의해서 Sontara와 Kimlon의 경우 살충제 침투량이 감소하였으며, Sontara에서는 감소정도가 크게 나타났다. 여기서 Fig. 1, 2, 3에 제시한 미처리시료(a)와 발수발유가공시료(b)를 비교해 보면 차이를 알 수 있는데, 가공처리시료의 부직포 모두 표면에 많은 양의 살충제가 나타나 살충제가 내부로 거의 침투되지 않은 것을 알 수 있다. 이는

발수발유가공처리에 의해서 표면특성이 변화함으로써 살충제 침투량이 미처리시료에 비해 적게 나타난 것으로 해석되며, 특히 Sontara에서 발수발유가공은 살충제 차단성을 부여하는데 매우 효과적임을 알 수 있다.

2) 세탁에 의한 살충제 제거효과

Fig. 4는 살충제가 살포된 시료를 1회 세탁한 후 살충제 잔류량을 측정하여 시료에 따라 나타난 것이다.

세탁에 의한 살충제 제거효과를 보면 Sontara의 경우 살충제 잔류량이 거의 없는 반면($0.03\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이하), Kimlon과 Tyvek의 경우 잔류량은 $0.25\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이상으로 나타났다. 이는 Sontara의 표면이 Tyvek이나 Kimlon의 표면보다 친수성이 크므로 세제와 물의 침투가 용이하여 세탁에 의해 살충제가 잘 제거되지만 표면이 소수성인 Tyvek과 Kimlon은 세제와 물의 침투가 어려워 세탁에 의해 살충제가 잘 제거되지 않는 것으로 생각된다. 특히 Tyvek에서 살충제 잔류량이 높게 나타났는데, 이는 Tyvek부직포의 두께가 얇아 서로 엉킬 뿐만 아니라 물을 전혀 흡수하지 않는 섬유의 특성과 치밀한 직물구조 때문에 세액이 충분히 침투되지 못해 세탁에 의한 제거율이 낮았기 때문으로 생각된다.

2. 발수발유가공에 따른 부직포의 기능성 변화

1) 발수도

Fig. 5는 미처리시와 발수발유가공처리시 세가지 부직포의 발수도를 나타낸 것이다. 여기서 보면 발수도는 미처리시 부직포의 종류에 따라 차이를 나타내어 Tyvek과 Kimlon의 발수도는 크게 나타났으나, Sontara의 발수도는 낮았다. 가공의 영향을 살펴 보면 발수발유가공에 의해서 Sontara의 발수도는 상당히 증가하였다.

여기서 미처리 부직포의 발수도가 부직포의 종류에 따라 차이를 나타낸 것은 직물의 표면장력, 표면구조, 표면의 기공성 등에 발수도가 의존하기 때문으로 Fig. 1, 2, 3에서 보듯이 Tyvek와 Sontara 그리고 Kimlon의 표면구조가 각기 다르며, 구성 섬유에 따라 다른 표면장력을 나타내기 때문이다. 즉 Tyvek의 구성섬유인 폴리에틸렌의 표면장력은 32.3dynes/cm¹⁶⁾이고, Kimlon을 구성하는 섬유인 폴리프로필렌의 표면장력은 30.1dynes/cm¹⁷⁾이므로 물의 표면장력(72.8dynes/cm)¹²⁾과의 차이가 커서 물의 확산이 어려워 발수성이 있게 된다. 한편 Sontara를 구성하는 목재펄프의 표면장력은 물의 표면장력과의 차이가 적어 쉽게 물이 섬유표면에 확산하기 때문에 발수성이 없다.

발수발유가공된 부직포의 발수도의 변화를 고찰해 보면, Sontara의 경우 미처리 시료는 발수성이 전혀 없지만, 발수발유가공처리에 의해서는 불소화합물이 부직포의 표면에 흡수되어 얇은 피막을 형성하여 부직포의

표면장력을 저하시킴¹²⁾으로써 발수도가 향상되는 것으로 생각된다.

2) 발유도

Fig. 6는 발수발유가공에 따른 소재별 발유도를 나타낸 것이다. 발유도는 부직포의 종류에 따라 차이가 크게 나타났다.

미처리 Tyvek는 발유성이 전혀 없지만 발수발유가공에 의해서는 발유성이 향상되었으나 최고 평가 등급의 발유도와는 많은 차이를 보였다. 반면 미처리 Sontara와 Kimlon은 Tyvek과 마찬가지로 발유성이 없었지만, 발수발유가공에 의해서 발유도가 최고평가 등급으로 향상되었다.

이처럼 미처리 부직포에서 발유성이 없는 것은 Tyvek를 구성하는 폴리에틸렌, Sontara를 구성하는 폴리에스테르, 그리고 Kimlon을 구성하는 폴리프로필렌의 표면장력이 각각 32.3dynes/cm, 39.4dynes/cm¹⁶⁾, 30.1dynes/cm¹⁷⁾로 발유도를 평가하는 등급 1의 Nujol oil의 표면장력(31.2dynes/cm)¹²⁾과의 차이가 적기 때문이라고 생각된다.

한편 가공의 효과를 살펴보면 발수발유가공에 의해서는 불소계 발수발유가공제가 부직포의 표면장력을 낮추어 주기 때문에 모든 시료의 발유성은 향상되었고 특히 Sontara와 Kimlon의 발유성은 크게 향상되었다.

여기서 Tyvek의 발유성이 크게 향상되지 못한 것은 curing온도가 낮아서 유화된 불소계 가공제가 충분한 가

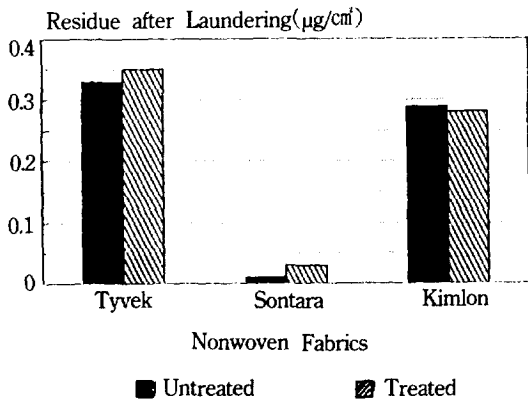


Fig. 4 Amount of pesticide residue of laundered nonwoven fabrics.

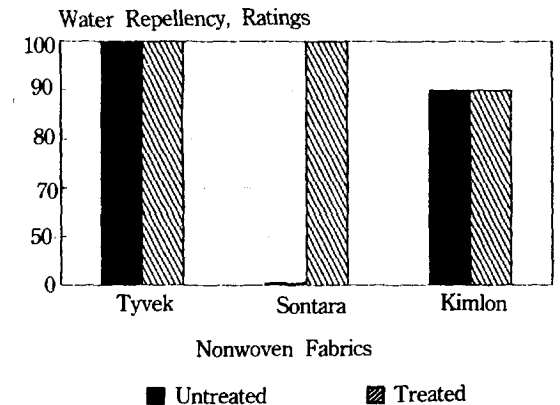


Fig. 5 Water repellency of untreated and treated nonwoven fabrics.

소성을 갖지 못해 섬유표면을 고르게 피복하지 못하기 때문으로 보인다.

3) 내수도

Fig. 7은 부직포 소재별 가공에 따른 내수도의 변화를 나타낸 것이다. 미처리 시료의 내수도는 Tyvek, Kimlon, Sontara순으로 나타났으며, 모든 시료의 내수도가 발수 발유가공처리에 의해서 증가되는 경향을 보였으며, 특히 Sontara의 내수도는 미처리 시료에 비해 크게 증가하였다.

미처리시료에서 소재에 따라 내수도가 다르게 나타난 이유는 앞서 고찰한 것처럼 부직포의 구성섬유의 특성과 제조방법의 차이로 인한 부직포의 표면구조가 다르기 때문으로, 즉 소수성 섬유이고 표면구조가 치밀한 Tyvek의 내수도는 크지만, 친수성 섬유이며 섬유가 엉성하게 배열된 구조인 Sontara의 내수도는 거의 없는 것으로 보인다.

한편 미처리시 내수도가 매우 낮은 Sontara는 발수 발유가공에 의해서 내수도가 상당히 증가하는데, 이는 발수발유가공처리로 인하여 부직포 표면에 형성된 피막이 표면장력을 저하시키며, 기공의 크기가 감소하기 때문에 내수도가 증가하는 것으로 생각된다.

4) 수분침투량

수분침투량은 발수도, 내수도와 마찬가지로 미처리 시료간의 차이를 보였고 가공에 의해서도 변화를 보였다 (Fig. 8).

미처리 시료에서 Tyvek이나 Kimlon은 수분침투량이

매우 적었으나 Sontara는 수분침투량이 많았다. 그러나 발수발유가공에 의해서 Sontara는 수분침투량이 현저하게 감소하여 Tyvek이나 Kimlon과 유사한 아주 적은 수분침투량을 보였다.

여기서 미처리 시료간에 수분침투량이 큰 차이를 보이는 것은 발수도에서 설명한 것처럼 구성섬유의 특성과 제조공법의 차이에 의한 것으로 설명할 수 있다. 즉 Tyvek이나 Kimlon을 구성하는 섬유는 소수성이고 표면구조가 치밀하므로 수분침투량이 적지만, Sontara는 폴리에스테르 스테이플 섬유와 목재펄프를 고압의 수류제트힘에 의해 서로 얽혀 형성되는 스펀데이스 공법에 의한 것이므로 스펀데이스공법보다 부직포 구조상 기공이 크고, 폴리에스테르와 목재펄프가 비슷한 비율로 혼합 되지만 부직포의 표면에는 목재펄프가 배열되기 때문에 친수성을 띠어 수분침투량이 큰 것으로 생각된다.

한편 Tyvek과 Kimlon은 가공처리시 수분침투량의 변화가 거의 없었지만, Sontara에서는 발수발유가공에 의해서 수분침투량은 현저하게 감소하였다. 이러한 결과도 발수발유가공제가 부직포의 표면장력을 감소시켜 발수성을 부여하기 때문으로 생각된다.

5) 투습도

부직포의 투습도를 측정하여 소재에 따른 가공의 효과를 Fig. 9에 나타내었다. 부직포의 투습도는 시료간에 차이가 크게 나타났다.

미처리시료의 경우 Sontara와 Kimlon은 투습도가 크게

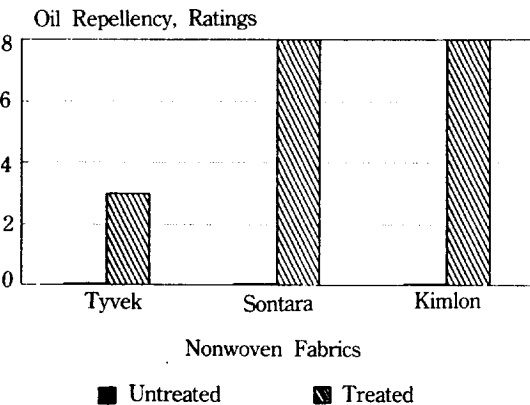


Fig. 6 Oil repellency of untreated and treated nonwoven fabrics.

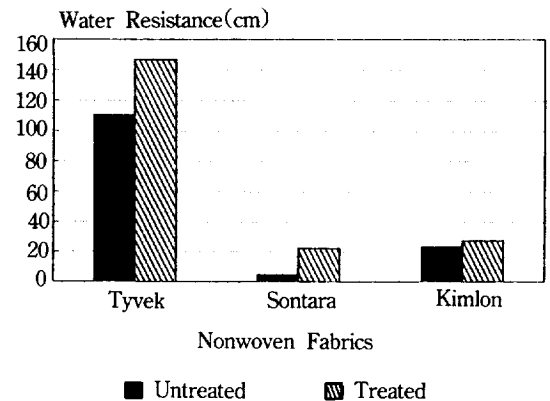


Fig. 7 Water resistance of untreated and treated nonwoven fabrics.

나타났으나, Tyvek은 낮게 나타났다. 또한 가공처리에 의해서 투습도는 적은 양이지만 전체적으로 감소하는 경향을 보였다. 이렇게 Tyvek이 다른 부직포에 비해 투습도가 매우 낮게 나타난 것은 Tyvek은 제조공법상 매우 가는 0.5-10 μ 의 무지향성 섬유(plexifilament)가 결합체나 충전체의 첨가없이 방사된 후 적정한 열과 압력으로서 성형된 섬유제품이므로 치밀한 구조로 인해 수증기가 거의 통과할 수 없기 때문이며, Sontara와 Kimlon은 제조방법상 기공이 있어 투습도가 높은 것으로 생각되며, 투습도는 구성섬유와 아울러 부직포의 두께나, 기공 등의 구조적 요인이 주된 영향을 미치므로 발수 발유가공에 의해서는 부직포의 기공의 크기가 작아지기 때문에 약간 감소한 것으로 보인다.

6) 공기투과도

Fig. 10은 부직포의 소재별 가공처리에 따른 공기투과도의 변화를 나타낸 것이다.

공기투과도는 미처리시 부직포의 종류에 따라 차이를 보여 Tyvek이 가장 낮고 그 다음이 Kimlon이었으며, Sontara가 가장 높게 나타났다. 이러한 차이는 부직포의 제조방법의 차이에 의한 기공도가 다르기 때문으로 생각되며, 수증기는 부직포의 기공과 섬유를 통해 증발되는 반면 공기는 부직포의 기공을 통해서만이 통과되므로 공기투과도는 거의 전적으로 섬유와 실, 그리고 직물의 구조에 의존하므로 치밀한 구조인 Tyvek은 공기투과도가 거의 없는 반면, 직물의 구조상 기공이 있는 Sontara는 공기투과도가 크게 나타난 것으로 보인다.

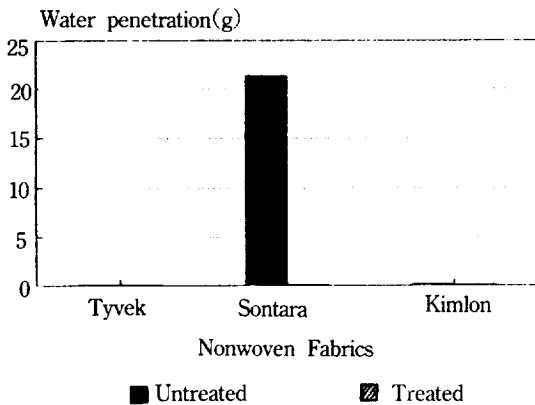


Fig. 8 Water penetration of untreated and treated nonwoven fabrics.

발수발유가공에 의한 영향을 살펴보면 공기투과도는 Tyvek에서는 변화가 없었으나, Sontara와 Kimlon은 적은 정도이지만 감소하였다. 직물의 공기투과도는 직물의 구조적 특성, 특히 기공의 크기에 의해 좌우되는 특성이므로 가공처리에 의한 부직포 시료의 공기투과도 감소는 섬유표면에 형성된 얇은 피막으로 인해 섬유내 공간이 작아졌기 때문으로 생각된다.

직물의 공기투과도는 의복의 통기성능을 좌우하는 주된 요인임을 감안할 때 더운 여름철에 착용하는 살충제 방호복의 소재로 Tyvek은 공기투과도가 낮아 다른 부직포에 비해서 착용시 불편할 것으로 생각된다.

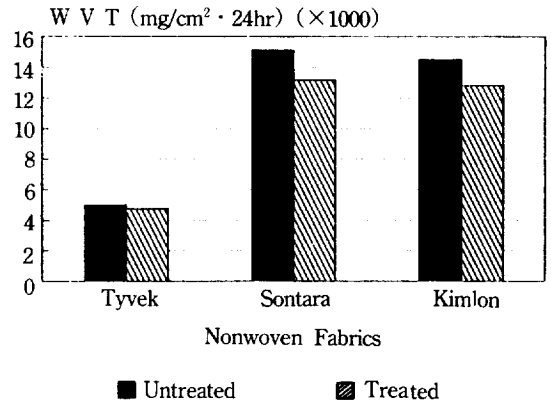


Fig. 9 Water vapor transmission of untreated and treated nonwoven fabrics.

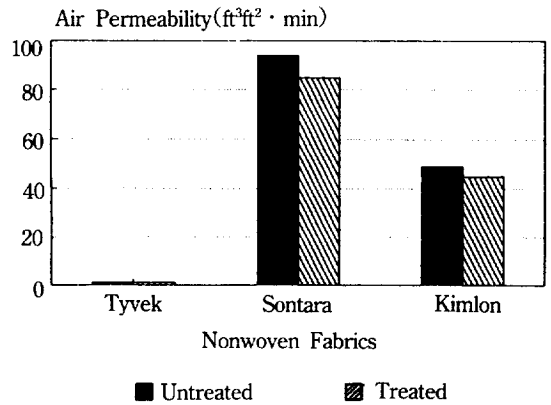


Fig. 10 Air permeability of untreated and treated nonwoven fabrics.

IV. 결 론

발수발유가공처리가 부직포의 살충제 차단성, 세탁에 의한 살충제 잔류량 그리고 기능성에 미친 영향을 고찰한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 살충제 차단성은 미처리 소재에 따른 차이를 보여 Tyvek과 Kimlon이 Sontara에 비해 차단성능이 우수하였다. 그러나 발수발유가공된 Sontara의 살충제 차단성은 상당히 향상되었다.

2. 세탁에 의한 살충제의 제거는 부직포의 소재에 따라 차이를 나타내어 Tyvek과 Kimlon은 세탁후 잔류량이 많지만, Sontara는 살충제의 잔류량이 적어 세탁효과가 우수함을 알 수 있었다.

3. 발수발유가공에 의해서 부직포의 발수도, 발유도, 내수도 등의 기능성이 향상되었다. 특히 Sontara의 기능성은 발수발유가공에 의해서 상당히 향상되었다.

4. 투습도와 공기투과도는 부직포의 소재에 따른 차이를 보여 Sontara와 Kimlon이 Tyvek보다 우수하였으며, 발수발유가공에 의해서 투습도와 공기투과도는 감소하였다.

이상의 결론을 종합해 볼 때 미처리 및 발수발유가공된 Tyvek과 Kimlon, 그리고 발수발유가공된 Sontara는 차단성능이 우수하지만, 미처리 Kimlon과 발수발유가공된 Kimlon과 Sontara가 차단성능도 있으면서 투습도와 공기투과도가 크기 때문에 이러한 소재로 된 살충제 방호복은 착용시 쾌적할 것으로 생각된다. 앞으로는 본 연구를 바탕으로 방호복을 제작하여 인체착의 실험을 통한 착용감 평가에 대한 연구를 실시함으로써 쾌적성의 측면에서 피복재료-의복의 연계성을 규명하는 것이 요구된다.

참 고 문 헌

- 1) Branson, D. H., Dejonge, J. O., and Munson, D., Thermal Response Associated with Prototype Pesticide Protective Clothing, *Textile Res. J.*, **56**, 27-34, (1986)
- 2) Yoshida, K., Fuzesi, I., Suzan, M., and Nagy, L., Measurements of Surface Contamination of Spray Equipment with Pesticide After Various Methods of Application, *J. of Environmental Science and Health*, **B 25**, 169-183, (1990)
- 3) Dejonge, J. O., Ayers, G., and Branson, D., Pesticide Deposition Patterns on Garments during Air Blast Field Spraying, *Economics Res. J.*, **14**, 262-268, (1985)
- 4) Dejonge, J. O., Vredevoogd, J., and Henry, M. S., Attitudes, Practices, and Preferences of Pesticide Users Toward Protective Apparel, *Clothing and Textile Res. J.*, **2**, 9-14, (1983-84)
- 5) 조길수, 기능성 신소재의 열 및 수분 전달특성을 고려한 방호복 개발, 국비 해외파견연구교수 연구결과보고서, (1992)
- 6) Albrecht, W., "Chapter 1" in J. Lunenschloss and W. Albrecht, Eds., *Non-Woven Bonded Fabrics*, New York : John Wiley & Sons, (1985)
- 7) 최성용, 미래의 섬유 부직포의 생산기술현황, 섬유저널, 창간호, 195-199, (1987)
- 8) 성홍제, 부직포 산업의 발전전망, 한국섬유공학회지, **25**, 652-664, (1988)
- 9) 주창환, 박태영, 최영엽, 스펀레이스 부직포의 개발동향, 한국섬유공학회지, **27**, 475-484, (1990)
- 10) 최성용, 미래의 섬유 부직포 생산기술, 섬유저널, **5**, 140-142, (1987)
- 11) 동양폴리에스터 기술연구소, 직물가공기술의 최신 기술동향, 제12차 한국의류학회 정기총회 및 학술세미나, 13-22, (1988)
- 12) Kissa, E., "Chapter 2" in M. Lewin and S. B. Sello, Eds., *Handbook of Fiber Science and Technology, Vol. 2, Part A*, New York : Marcel Dekker, (1984)
- 13) Heffner, L. L., et al., A study of Oil-and Water-Repellent Surfaces, *American Dyestuff Reporter*, **52**, 82-90, (1963)
- 14)鎌田哲雄, "フッ素和化合物の纖維加工への應用", 染色工業, **35**, 588-599, (1987)
- 15) Shafrin E. G., and Zisman, W. A., Constitutive Relations in the Wetting of Low Energy Surfaces and the Theory of the Retraction Method of Preparing Monolayers, *J. of Physical Chemistry*, **64**, 519-524, (1960)
- 16) Schick, M. J., *Surface Characteristics of Fibers and Textiles*, New York : Marcel Dekker, (1975)
- 17) Wu, S., *Polymer Interface and Adhesion*, New York : Marcel Dekker, (1982)